

**UNTERSUCHUNGEN ZUR TIEFKÜHLKONSERVIERUNG
MENSCHLICHER EJAKULATE IN PELLET - FORM**

**INWIEWEIT BEEINFLUSST DIE PELLET - GRÖSSE DIE
QUALITÄT DES KRYOSPERMAS**

von

Monika Maria Renate Aplas geb. Dix

aus

Erlangen

1976 № 378



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548424_0019

Aus der Frauenklinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. K. G. Ober

**UNTERSUCHUNGEN ZUR TIEFKÜHLKONSERVIERUNG
MENSCHLICHER EJAKULATE IN PELLET - FORM
INWIEWEIT BEEINFLUSST DIE PELLET - GRÖSSE DIE
QUALITÄT DES KRYOSPERMAS**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Monika Maria Renate Aplas geb. Dix
aus
Erlangen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Priv.-Doz. Dr. Dr. K.-G. Bregulla

Korreferent: Prof. Dr. K.-G. Ober

Tag der mündlichen Prüfung: 26. Juli 1976

Inhaltsübersicht

	Seite
Einleitung	1
Methodik	5
Ergebnisse und Diskussion	6
Zusammenfassung	14
Literaturverzeichnis	15
Tabellenanhang	17

EINLEITUNG

Die Konservierung menschlicher Zellen durch Kälte ist in der Medizin ein Prinzip, das in immer größerem Umfang genutzt wird. Durch Kälte werden die Stoffwechselvorgänge reduziert. Dadurch lassen sich Zellen oder auch Zellverbände bis zu einem Zeitpunkt, an dem sie gebraucht werden, erhalten. Die kritische Grenze stellt dabei der Temperaturbereich dar, in dem die Zellen beim Abkühlen gefrieren. Elektrolytverschiebungen und Kristallisationsvorgänge führen zu irreparablen Zellschäden. Seitdem Schutzstoffe bekannt sind, die diese Gefrierschäden reduzieren, ist die Lagerung bei tiefen Temperaturen möglich geworden. Eine Lagerdauer von mehreren Jahren ist nichts Ungewöhnliches mehr. Die Natur hat für die Experimente, die in den letzten 25 Jahren von Naturwissenschaftlern gemacht wurden, viele Beispiele geliefert.

Auf die Möglichkeit der Gefrierung des Samens ist zwar schon frühzeitig hingewiesen worden (2), lohnend wurde dieses Verfahren aber erst nach der Entdeckung von Gefrierschutzstoffen (4). Nach ihrer Entdeckung war die Kryokonservierung des Spermas für die Veterinär-Mediziner so interessant, daß es ihnen in 20 Jahren gelungen ist, Qualitäten des Kryospermas für viele Tierarten zu erreichen, die sie von dem Nativsperma unabhängig machen (3).

In der Humanmedizin ist die Notwendigkeit des Kryospermas nicht so zwingend wie in der Veterinärmedizin. Es gibt aber unabhängig von den Laboruntersuchungen in der Klinik ganz harte Indikationen für tiefkühlkonservierte Ejakulate. Sie sind fast ausschließlich mit der Behandlung der androgenbedingten sterilen Ehe zu verbinden (6).

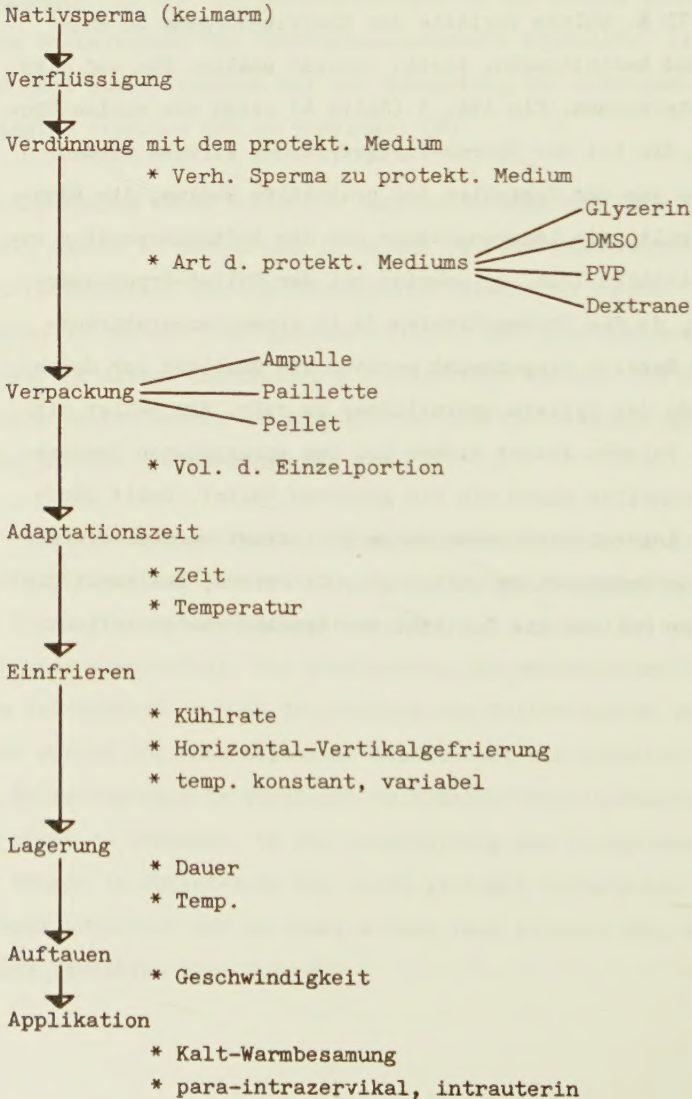
Das Kryosperma wurde zuerst im angloamerikanischen Raum benutzt, später in Europa und in Asien (3). Die beschriebenen Einfriertechniken für das Humansperma haben sich in den letzten 10 Jahren nicht geändert (1). In der Veterinärmedizin war in diesem Zeitraum ein auffallender Wandel. Die Einfriertechniken wurden unkomplizierter und die Verpackungsarten für das Sperma einfacher (5).

Aus vergleichenden Untersuchungen mit menschlichen und tierischen Ejakulaten ist bekannt, daß sich das Humansperma für die Gefrierkonservierung besonders gut eignet. Es ist sehr widerstandsfähig. Die Einfrierung des menschlichen Samens ist deshalb auch in Tropfenform als Pellet-Sperma versucht worden (6). Ein negativer Einfluß auf die Qualität des Pellet-Spermas im Vergleich zu anderen Abfülltechniken war nicht zu erkennen. Da die Aufarbeitung des tiefgefrorenen Samens in Pellet-Form nur einen geringen technischen Aufwand erfordert und in einer kurzen Zeit möglich ist, hat dieses Verfahren eine Zukunft.

Die Qualität des Kryospermas befriedigt aber noch nicht. Die Differenz zwischen der Ausgangsmotilität des Nativspermas und der Endmotilität des Kryospermas liegt zwischen 30 und 70 %. Welche Variable den Einfriervorgang so entscheidend beeinflussen, bleibt vorerst unklar. Man muß dies noch untersuchen. Die Abb. 1 (Seite 4) zeigt die vielen Einflüsse, die bei der Sperma-Tiefgefrierung wirksam werden. Wenn man von den Variablen das protektive Medium, die Adaptationszeit, die Lagerungsdauer und die Auftautemperatur unberücksichtigt läßt, so scheint bei der Pellet-Kryokonser- vierung, da die Sperma-Tropfen ja in einen temperaturkon- stanten Bereich eingebracht werden, die Qualität nur durch die Größe der Pellets beeinflußbar zu sein. Ein Pellet mit kleinem Volumen friert sicher bei den vorgegebenen Tempera- turen schneller durch als ein größeres Pellet. Damit dürf- ten die Kristallisationsvorgänge beeinflußt werden. Mit der folgenden Untersuchung sollte geprüft werden, inwieweit die Größe der Pellets die Qualität des Kryospermas beeinflusst.

Abb. 1

Variable bei der Herstellung des Kryospermas



METHODIK

10 Ejakulate von 7 unausgesuchten Spendern im Alter zwischen 23 und 32 Jahren wurden als Pellet-Kryosperma aufgearbeitet. Das Ejakulatvolumen lag zwischen 1,5 und 4 ml, die Spermienzahl betrug 12,2 bis 185 Mill./ml und die Ausgangsmotilität lag zwischen 39 und 92 %.

Nach einer Verflüssigungszeit von 15 bis 30 Minuten wurden die Ejakulate im Verhältnis 1 : 1 tropfenweise mit dem protektiven Medium, wie es Behrman und Sawada (1) beschrieben haben, vermischt. Das Medium wurde über eine Rollerpumpe dem Ejakulat, das von einem Schüttelgerät bewegt wurde, in etwa 10 Minuten zugefügt. Zur Adaptation bei +4° C kam dann das verdünnte Ejakulat für 10 Minuten in den Kühlschrank.

Für die Aufarbeitung der Ejakulate wurden 7 unterschiedliche Pellet-Volumina gewählt: 0,01 ml, 0,02 ml, 0,04 ml, 0,08 ml, 0,1 ml, 0,16 ml und 0,2 ml. Aus jedem Ejakulat wurden diese vom Volumen unterschiedlich großen Pellets auf einer vorgeformten Trockeneisplatte gefroren. Nach dem Auftropfen des Spermias aus einer Pipette dauerte der Einfriervorgang nur wenige Sekunden. 5 Minuten nach dem Auftropfen konnten die eingefrorenen Pellets von der Trockeneisplatte in markierte Behälter, die dann im flüssigen Stickstoff gelagert wurden, umgefüllt werden. Bei den verschieden großen Pellets wurden von jedem Ejakulat für das größte Pellet von 0,2 ml mindestens zwei Pellets und für das kleinste Pellet mit 0,01 ml 14 Pellets erreicht.

Nach einer Lagerung zwischen 4 und 14 Wochen wurden dann die Pellets in einem Reagenzglas im Wasserbad bei $+ 37^{\circ} \text{C}$ aufgetaut. Um weitgehend homogene Motilitätswerte errechnen zu können, wurden mehrere gleich große Pellets gleichzeitig aufgetaut, gemischt und dann die Endmotilität 5 bis 20 Minuten nach dem Auftauen errechnet.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Werte für Ejakulatvolumen (V), Spermienkonzentration (Z), Ausgangsmotilität (AM) und Endmotilität (EM) sind von jedem Ejakulat und Pelletvolumen tabellarisch festgehalten (Tab. 1 - 10). Die Mittelwerte der Endmotilitäten (EM_{mittel}) der einzelnen Pelletgrößen und deren Recovery-Raten (EM_{mittel} in Bezug auf 100 % AM) gibt Tab. 11 an. Um signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Pelletgrößen zu erkennen, sind die Recovery-Raten mit dem FRIEDMAN-Test* ausgewertet worden (Tab. 12). Der Test ergibt die folgende Reihenfolge für die beste Pelletgröße nach den Rangsummen geordnet:

* Herrn Dr. rer. nat. G. Hommel vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Erlangen-Nürnberg (Prof. Dr. L. Horbach) danke ich für die Unterstützung bei der Statistik.

1. Pellet 0,02 ml
2. Pellet 0,10 ml
3. Pellet 0,08 und Pellet 0,04 ml
4. Pellet 0,16 und Pellet 0,01 ml
5. Pellet 0,20 ml

Ein Überblick über die Abweichung der Mittelwerte der Recovery-Raten unter den einzelnen Pelletgrößen bzw. einzelnen Ejakulaten läßt sich mit einer Varianzanalyse (Tab. 13 und 14) noch weiter gewinnen.

Tabelle 13

Recovery-Raten der 10 Ejakulate verschiedener Spender

Spender Nr.	Mittelwert der Recovery-Raten aller 7 Pelletgrößen
1	75
2	66
3	37
4	35
5	28
6	71
7	37
8	67
9	49
10	59

Die Tab. 13 zeigt die Unterschiede der durchschnittlichen Recovery-Raten von 10 verschiedenen Spendern. Zusätzlich läßt sich dabei die unterschiedliche Toleranz der Ejakulate für das Kryoverfahren erkennen.

In der Tab. 14 sind die Mittelwerte und Recovery-Raten aller 10 Samenproben in Abhängigkeit von der Pelletgröße eingetragen.

Tabelle 14

Abhängigkeit der Recovery-Raten von der Pelletgröße

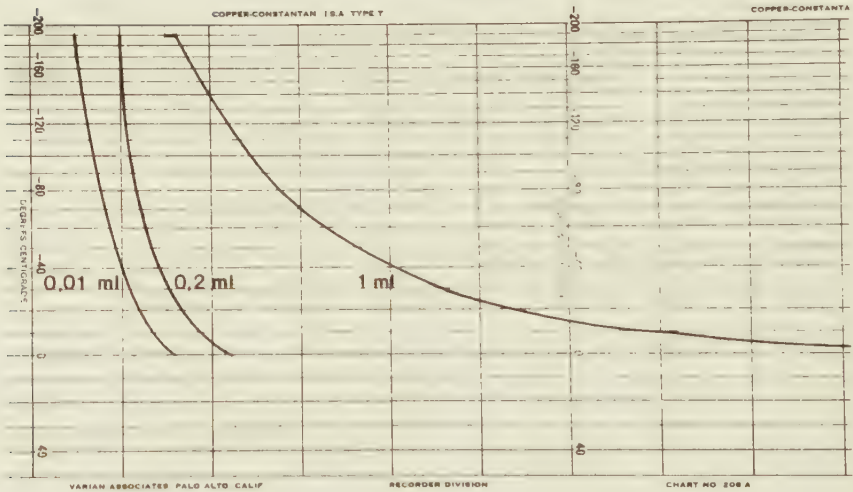
Pelletgröße / ml	Mittelwert der Recovery-Raten aller 10 Spender	Platzierung
0,20	50,9	7
0,16	52,6	4
0,10	53,6	1
0,08	52,9	3
0,04	51,9	6
0,02	53,1	2
0,01	51,9	5

Versucht man eine Platzierung unter Berücksichtigung der Motilitätsraten, so ist sie zwar möglich, da sämtliche Mittelwerte aber nur gering voneinander abweichen, kann ohne weitere Signifikanzberechnung nach dem WILCOXON-WILCOX-Test gesagt werden, daß bei Pelletgrößen mit einem Volumen zwischen 0,01 und 0,2 ml keine Qualitätsunterschiede bei der Kryokonservierung resultieren.

Die untersuchten Pelletgrößen entsprechen in etwa den Volumina, die für die Applikation bei der Insemination in der Praxis interessant sind. Sicher trifft die Überlegung, daß der Einfriervorgang durch das Pellet-Volumen bei konstanter Temperatur bestimmt wird, für noch größere einzufrierende Samenportionen in gleicher Weise zu. Mit Temperaturkurven, bei denen die Temperaturfühler in die Zentren der einzufrierenden Samenportionen eingebracht wurden, läßt sich sehr deutlich der Unterschied des Temperaturabfalles bei noch größeren Pellets nachweisen (Abb. 2). Um die anfangs offene Frage zu beantworten, wurden in einer zweiten Untersuchungsreihe noch zwei Ejakulate als Pellets mit einem Volumen von 1 ml und mit den Volumina 0,04 und 0,2 ml als Vergleichsgrößen aufgearbeitet. Überraschenderweise hat auch die Größe dieser Pellets die Qualität des Kryospermas im Vergleich zu kleinvolumigeren Pellets nicht beeinflußt. Die Anzahl der getesteten großvolumigen Samenportionen reicht zwar für keine bindende Aussage aus, kann aber zur Orientierung verwertet werden.

Abb. 2

Unterschiedliche Auftaugeschwindigkeit und Erreichen des Nullpunktes in Abhängigkeit von der Pelletgröße bei konstanter Raumtemperatur.

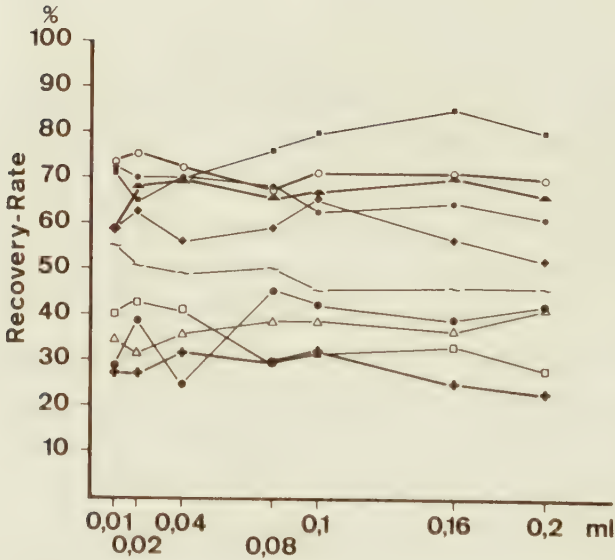


In einem Liniendiagramm (Abb. 3) ist zwischen den Werten der Recovery-Raten innerhalb eines Ejakulates die Schwankungsbreite der Abhängigkeit vom Pellet-Volumen nur sehr gering. Die Kurven verlaufen dadurch weitgehend horizontal, im Vergleich mit anderen Ejakulaten etwa parallel. Bei der als Arbeitshypothese formulierten Abhängigkeit der Motilität des Pellet-Kryospermas von dem Pellet-Volumen hätte sich eine Exponentialkurve ergeben müssen.

Die während der Versuche geäußerte Vermutung, daß es für noch größere Pellet-Volumina eine obere Grenze gibt, die dann doch ganz deutlich zu einem Abfall der Qualität des Pellet-Kryospermas führt, hat sich durch die zwei Testversuche mit den Groß-Pellets von 1 ml Volumen nicht erkennen lassen. Die Vermutung schien naheliegend, nachdem das in der ersten Reihe getestete größte Pellet von 0,2 ml die schlechtesten Ergebnisse erbrachte. Überblickt man die Rangsummenverteilung der sieben verschiedenen Pelletgrößen (Tab. 12), so schwanken sechs davon um den Mittelwert 40. Das größte Pellet von 0,2 ml fällt mit seiner niedrigen Rangsumme von 29 eindeutig gegen die anderen Werte ab. Weit weniger auffällig ist der Unterschied in der Varianzanalyse (Tab. 14). Diese Abweichung könnte sich in einer größeren Versuchsreihe ausgleichen.

Abb. 3

Liniendiagramm der untersuchten 10 Ejakulate, bei denen Motilität und Pelletgröße als Variable berücksichtigt wurden.



Die Schwankungsbreite der Recovery-Raten, abhängig von der Pelletgröße bei gleichbleibender Einfriertechnik, ist so gering, daß die Kurven weitgehend horizontal verlaufen.

Die Empfehlung der Pelletgrößen von 0,02 und 0,1 ml, um qualitativ gutes Pellet-Kryosperma zu erhalten, scheint nicht vertretbar. Dafür ist die Differenz zu den anderen Werten zu gering. Man kann aber sicher sein, daß die Pellets, die sich bis jetzt in der Praxis bewährt haben, ihr Volumen liegt bei etwa 0,1 ml, von der Technik der Kryokonservierung her sicher geeignet sind.

Als Fehlerquellen muß man bei den beschriebenen Untersuchungen die willkürliche Auswahl und die geringe Zahl der Samenspenden nennen. Die Bestimmung der Spermienmotilität ließ sich nicht immer bei allen Proben in der gleichen Zeit erledigen. Damit haben sich eine unterschiedlich lange Lagerungsdauer im Stickstoffcontainer und der aufgetauten Spermaproben ergeben. Letztlich sind das aber Größen, die versucht wurden, durch möglichst viele Zählungen bei Bestimmung der Motilität auszugleichen. Bei der Deutung der Ergebnisse sind diese möglichen Fehler mit bedacht worden.

ZUSAMMENFASSUNG

Es ist möglich, menschliches Sperma in Pelletform mit Hilfe des Tiefkühlverfahrens zu konservieren. Die bisherigen Erfahrungen mit Pellets im Vergleich zu anderen Verpackungsarten von Sperma sind gut. Es fehlte jedoch eine Übersicht darüber, wie sich verschiedene Pelletgrößen hinsichtlich der Qualität des aufgetauten Spermas verhalten. Als Parameter für Qualität wurde die Endmotilität herangezogen. Es wurden sieben Pelletgrößen von 0,01 ml bis zu einer Größe von 0,2 ml überprüft und Testversuche mit großvolumigen Pellets von 1 ml gemacht.

In der Abhängigkeit der Motilität von der Pelletgröße ergab sich folgende Reihenfolge, beginnend mit der günstigsten Größe:

1. Pellet 0,02 ml
2. Pellet 0,1 ml
3. Pellet 0,08 ml und 0,04 ml
4. Pellet 0,16 ml und 0,01 ml
5. Pellet 0,2 ml

Mit dem FRIEDMAN-Test ließ sich zwischen den unter 1. - 4. aufgeführten sechs Pelletgrößen kein nennenswerter Unterschied nachweisen, so daß mit Ausnahme der größten Pelletgröße von 0,2 ml sämtliche in dieser Arbeit untersuchten Pelletgrößen gleich gut zur Tiefkühlkonservierung sich anbieten.

LITERATURVERZEICHNIS

1. BEHRMAN, S. J.,
Y. SAWADA: Heterologous and homologous inseminations with human semen frozen and stored in a liquid-nitrogen refrigerator. Fertil. Steril. 17, 457 (1966)
2. JAHNEL, F.: Über die Widerstandsfähigkeit von menschlichen Spermatozoen gegenüber starker Kälte. Klin. Wschr. 17, 1273 (1938)
3. PAUFLER, S. K.
und Mitautoren (Hrsg.) Künstliche Besamung und Eitransplantation bei Tier und Mensch. Band I und II. M. & H. Schaper, Hannover 1974
4. POLGE, C.,
A. U. Smith,
A. S. PARKES: Survival of spermatozoa after vitrification and dehydration at low temperatures. Nature 164, 666 (1949)
5. THIBAUT, C. (Ed.): VI^e Congrès international de Reproduction animale et Insémination artificielle, Paris 22 - 26 juillet 1968. Vol. I. Institut National de la Recherche Agronomique 78 Jouy-en-Josas (France)
6. VASTERLING, H. W.: Praktische Spermatologie. Ein Leitfaden für Ärzte. Thieme, Stuttgart 1960
7. WEBER, E.: Grundriß der Biologischen Statistik. Anwendung der mathematischen Statistik in Naturwissenschaft und Technik. 6. Aufl. G. Fischer Stuttgart 1967

TABELLENANHANG

Daten der einzelnen Ejakulate

Tabelle 1

Auswertung: Spender I

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 80,15 %

Zellzahl (Z): 185 Mill./ml

Volumen (V): 3 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	53,6	47,6	70,3	62,5	73,5	62,5	62,5	65,0
2	71,0	69,5	77,0	65,5	68,0	61,0	52,5	69,0
3	55,0	89,5	67,0	64,0	60,0	51,5	50,5	58,5
4	67,0	68,5	74,5	55,0	67,5	59,5	60,5	56,0
5	69,5	80,5	59,5	64,0	69,5	62,5	65,5	75,0

EM_{mittel} : 64,54 %

Pelletgröße: 0,16 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	74,5	79,5	61,5	49,5	72,5	67,0	76,0	44,0
2	63,0	79,5	85,5	46,5	81,5	69,5	79,0	76,5
3	50,0	77,5	80,0	67,5	59,5	75,0	68,0	63,0
4	66,0	63,5	76,0	47,5	75,0	61,0	72,0	73,0
5	67,0	64,5	71,0	66,0	59,5	75,0	65,0	66,0

EM_{mittel} : 67,85 %

Pelletgröße: 0,1 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	76,0	72,0	74,0	68,0	71,0	76,0
2	61,0	54,0	74,0	64,0	75,0	69,0
3	79,0	86,0	60,0	58,0	65,0	54,0
4	55,0	65,0	66,0	62,0	67,0	64,0
5	63,0	73,0	54,0	55,0	46,0	58,0
6	37,0	76,0	68,0	56,0	31,0	63,0
7	59,0	71,0	59,0	65,0	62,0	56,0

EM_{mittel}: 63,8 %

Pelletgröße: 0,08 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	53,0	53,0	58,0	65,0	68,0	65,0
2	55,0	53,0	58,0	63,0	71,0	62,0
3	48,0	60,0	56,0	63,0	71,0	47,0
4	61,0	55,0	67,0	67,0	51,0	63,0
5	54,0	63,0	60,0	54,0	70,0	70,0
6	64,0	55,0	73,0	62,0	64,0	49,0
7	71,0	51,0	62,0	63,0	62,0	79,0

EM_{mittel}: 60,8 %

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	47,0	68,0	52,0	51,0	63,0
2	48,0	46,0	58,0	40,0	62,0
3	67,0	33,0	53,0	58,0	58,0
4	59,0	47,0	61,0	49,0	55,0
5	60,0	50,0	61,0	58,0	62,0
6	61,0	60,0	60,0	62,0	57,0
7	54,0	63,0	57,0	59,0	60,0
8	63,0	60,0	61,0	56,0	57,0

EM_{mittel}: 56,4 %

Pelletgröße: 0,02 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	65,0	50,0	43,0	51,0	54,0
2	64,0	51,0	52,0	70,0	48,0
3	37,0	50,0	45,0	41,0	40,0
4	58,0	54,0	51,0	61,0	49,0
5	55,0	56,0	40,0	53,0	47,0
6	57,0	56,0	49,0	58,0	46,0
7	41,0	64,0	50,0	46,0	50,0
8	45,0	59,0	56,0	53,0	59,0

EM_{mittel}: 51,85 %

Pelletgröße: 0,01 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	58,0	47,0	56,0	50,0	49,0	63,0	62,0	60,0
2	61,0	64,0	71,0	59,0	64,0	58,0	48,0	79,0
3	58,0	59,0	48,0	62,0	57,0	66,0	54,0	47,0
4	59,0	63,0	48,0	64,0	68,0	55,0	49,0	54,0
5	52,0	53,0	62,0	57,0	66,0	41,0	42,0	47,0

EM_{mittel}: 57,0 %

Tabelle 2

Auswertung: Spender II

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 87,3 %

Zellzahl (Z): 73 Mill./ml

Volumen (V): 3,5 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	73,0	61,0	59,0	64,0	64,0	56,0	54,0	59,0	55,0	71,0
2	50,0	56,0	54,0	58,0	59,0	56,0	50,0	50,0	70,0	55,0
3	74,0	57,0	43,0	62,0	74,0	56,0	50,0	49,0	48,0	48,0
4	56,0	76,0	60,0	62,0	76,0	68,0	55,0	48,0	58,0	32,0

EM_{mittel} : 58,1 %

Pelletgröße: 0,16 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	57,0	62,0	50,0	58,0	51,0	60,0
2	55,0	44,0	50,0	45,0	60,0	51,0
3	66,0	44,0	54,0	61,0	56,0	45,0
4	68,0	59,0	58,0	63,0	55,0	58,0
5	61,0	48,0	61,0	46,0	53,0	56,0
6	69,0	54,0	78,0	78,0	69,0	60,0
7	73,0	77,0	51,0	66,0	55,0	63,0

EM_{mittel} : 61,2 %

Pelletgröße: 0,1 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)					
1	75,0	69,0	56,0	72,0	48,0	65,0
2	50,0	54,0	43,0	66,0	58,0	57,0
3	47,0	38,0	41,0	50,0	54,0	62,0
4	44,0	64,0	39,0	56,0	66,0	71,0
5	59,0	55,0	63,0	68,0	56,0	48,0
6	72,0	69,0	63,0	65,0	62,0	53,0
7	68,0	63,0	72,0	56,0	55,0	61,0

EM_{mittel}: 58,7 %

Pelletgröße: 0,08 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				
1	59,0	59,0	70,0	50,0	49,0
2	63,0	83,0	63,0	69,0	57,0
3	49,0	70,0	49,0	51,0	61,0
4	64,0	70,0	58,0	54,0	43,0
5	75,0	65,0	70,0	47,0	46,0
6	51,0	56,0	59,0	49,0	69,0
7	60,0	54,0	55,0	54,0	68,0
8	49,0	61,0	50,0	53,0	46,0

EM_{mittel}: 58,2 %

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	65,0	49,0	67,0	72,0	6	52,0	57,0	67,0	69,0
2	54,0	62,0	41,0	52,0	7	53,0	60,0	65,0	63,0
3	57,0	46,0	55,0	53,0	8	64,0	63,0	55,0	49,0
4	67,0	63,0	69,0	53,0	9	60,0	57,0	76,0	61,0
5	69,0	69,0	64,0	69,0	10	68,0	61,0	59,0	52,0

EM_{mittel}: 60,2 %

Pelletgröße: 0,02 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	64,0	66,0	69,0	69,0	6	64,0	51,0	53,0	70,0
2	57,0	70,0	56,0	56,0	7	56,0	60,0	63,0	54,0
3	69,0	64,0	56,0	46,0	8	59,0	67,0	51,0	62,0
4	55,0	53,0	60,0	57,0	9	66,0	64,0	56,0	54,0
5	65,0	54,0	49,0	57,0	10	52,0	72,0	47,0	52,0

EM_{mittel}: 59,1 %

Pelletgröße: 0,01 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	55,0	62,0	52,0	46,0	6	60,0	59,0	43,0	58,0
2	66,0	65,0	49,0	46,0	7	52,0	45,0	40,0	45,0
3	58,0	57,0	55,0	41,0	8	55,0	48,0	46,0	45,0
4	79,0	69,0	44,0	49,0	9	48,0	53,0	43,0	40,0
5	64,0	54,0	52,0	59,0	10	35,0	33,0	41,0	48,0

EM_{mittel}: 51,5 %

Tabelle 3

Auswertung: Spender III

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 66,0 %

Zellzahl (Z): 59 Mill./ml

Volumen (V): 4 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	27,0	24,0	30,0	28,0	27,0
2	24,0	22,0	20,0	29,0	28,0
3	22,0	26,0	27,0	25,0	34,0
4	27,0	40,0	24,0	21,0	20,0
5	31,0	30,0	28,0	25,0	31,0
6	25,0	26,0	20,0	29,0	29,0
7	28,0	43,0	30,0	26,0	40,0
8	27,0	37,0	23,0	30,0	25,0

EM_{mittel} : 27,7 %

Pelletgröße: 0,16 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	24,0	21,0	29,0	26,0	36,0
2	19,0	27,0	26,0	19,0	23,0
3	21,0	22,0	22,0	31,0	20,0
4	26,0	26,0	38,0	26,0	25,0
5	20,0	25,0	24,0	32,0	30,0
6	22,0	29,0	27,0	30,0	31,0
7	20,0	16,0	22,0	26,0	36,0
8	27,0	24,0	26,0	33,0	18,0

EM_{mittel} : 25,6 %

Pelletgröße: 0,1 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				
1	27,0	24,0	28,0	30,0	34,0
2	27,0	19,0	41,0	26,0	28,0
3	32,0	25,0	30,0	33,0	24,0
4	26,0	30,0	29,0	26,0	30,0
5	26,0	26,0	26,0	28,0	36,0
6	25,0	30,0	22,0	23,0	24,0
7	24,0	29,0	27,0	22,0	35,0
8	25,0	27,0	23,0	24,0	36,0

EM_{mittel} : 27,67 %

Pelletgröße: 0,08 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				
1	40,0	33,0	41,0	25,0	29,0
2	30,0	27,0	36,0	36,0	26,0
3	33,0	31,0	28,0	21,0	26,0
4	34,0	28,0	25,0	30,0	26,0
5	38,0	32,0	34,0	35,0	22,0
6	29,0	34,0	23,0	19,0	24,0
7	35,0	40,0	40,0	30,0	23,0
8	27,0	26,0	30,0	23,0	24,0

EM_{mittel} : 30,0 %

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	30,0	15,0	14,0	15,0	6	14,0	13,0	17,0	17,0
2	15,0	21,0	17,0	22,0	7	17,0	16,0	11,0	10,0
3	20,0	12,0	19,0	13,0	8	16,0	14,0	16,0	20,0
4	22,0	12,0	13,0	15,0	9	20,0	14,0	15,0	15,0
5	21,0	15,0	13,0	16,0	10	14,0	18,0	14,0	19,0

EM_{mittel}: 16,2 %

Pelletgröße: 0,02 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	28,0	25,0	29,0	18,0	6	23,0	19,0	20,0	30,0
2	26,0	29,0	22,0	26,0	7	29,0	21,0	31,0	31,0
3	20,0	23,0	25,0	23,0	8	40,0	31,0	26,0	41,0
4	29,0	27,0	25,0	31,0	9	23,0	30,0	24,0	21,0
5	33,0	18,0	19,0	18,0	10	21,0	21,0	23,0	25,0

EM_{mittel}: 25,6 %

Pelletgröße: 0,01 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)								
1	27,0	28,0	30,0	26,0	24,0	15,0	24,0	21,0	
2	18,0	18,0	20,0	25,0	20,0	21,0	26,0	20,0	
3	22,0	27,0	21,0	25,0	25,0	29,0	22,0	23,0	
4	22,0	24,0	21,0	17,0	28,0	21,0	23,0	27,0	
5	24,0	27,0	28,0	23,0	20,0	22,0	30,0	18,0	

EM_{mittel}: 18,77 %

Tabelle 4

Auswertung: Spender IV

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 72,35 %

Zellzahl (Z): 112 Mill./ml

Volumen (V): 3 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	20,0	18,0	22,0	22,0	20,0	19,0	11,0	25,0	20,0	18,0
2	24,0	31,0	20,0	18,0	21,0	21,0	18,0	23,0	29,0	21,0
3	25,0	17,0	21,0	13,0	22,0	29,0	33,0	24,0	24,0	13,0
4	26,0	31,0	24,0	22,0	29,0	25,0	25,0	31,0	24,0	26,0

EM_{mittel} : 20,1 %

Pelletgröße: 0,16 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	25,0	27,0	23,0	28,0	24,0	25,0
2	24,0	20,0	19,0	24,0	23,0	25,0
3	31,0	22,0	24,0	22,0	22,0	20,0
4	19,0	22,0	23,0	25,0	26,0	15,0
5	25,0	23,0	23,0	22,0	35,0	22,0
6	24,0	27,0	35,0	19,0	30,0	20,0
7	21,0	23,0	19,0	21,0		

EM_{mittel} : 23,7 %

Pelletgröße: 0,1 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	22,0	19,0	18,0	26,0	22,0	19,0
2	16,0	25,0	22,0	28,0	23,0	28,0
3	29,0	27,0	24,0	24,0	25,0	23,0
4	22,0	18,0	22,0	27,0	26,0	25,0
5	25,0	24,0	24,0	14,0	33,0	16,0
6	25,0	29,0	18,0	24,0	17,0	20,0
7	25,0	20,0	17,0	19,0		

EM_{mittel}: 22,75 %

Pelletgröße: 0,08 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	19,0	31,0	29,0	13,0	20,0
2	22,0	21,0	26,0	18,0	16,0
3	19,0	19,0	17,0	27,0	17,0
4	22,0	33,0	18,0	17,0	16,0
5	26,0	20,0	25,0	17,0	13,0
6	31,0	28,0	26,0	20,0	20,0
7	20,0	28,0	23,0	18,0	14,0
8	23,0	27,0	21,0	15,0	20,0

EM_{mittel}: 21,4 %

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %) Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	33,0	28,0	32,0	40,0	6	27,0	34,0	31,0	21,0
2	22,0	30,0	24,0	24,0	7	28,0	40,0	31,0	23,0
3	22,0	35,0	28,0	25,0	8	36,0	21,0	25,0	36,0
4	23,0	28,0	25,0	17,0	9	28,0	34,0	30,0	39,0
5	42,0	32,0	33,0	41,0	10	28,0	28,0	29,0	22,0

EM_{mittel}: 29,6 %

Pelletgröße: 0,02 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	24,0	43,0	30,0	29,0	27,0	25,0
2	34,0	34,0	23,0	33,0	28,0	30,0
3	25,0	29,0	46,0	32,0	29,0	22,0
4	22,0	31,0	36,0	26,0	39,0	31,0
5	25,0	30,0	35,0	21,0	33,0	30,0
6	27,0	34,0	33,0	27,0	33,0	26,0
7	35,0	33,0	40,0	39,0		

EM_{mittel}: 30,7 %

Pelletgröße: 0,01 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	31,0	31,0	25,0	32,0	26,0	27,0	28,0	28,0
2	28,0	33,0	32,0	31,0	28,0	26,0	22,0	22,0
3	24,0	30,0	23,0	31,0	27,0	24,0	19,0	37,0
4	28,0	28,0	29,0	27,0	27,0	31,0	29,0	21,0
5	32,0	35,0	44,0	44,0	32,0	33,0	27,0	27,0

EM_{mittel}: 28,9 %

Tabelle 5

Auswertung: Spender V

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 38,5 %

Zellzahl (Z): 12,2 Mill./ml

Volumen (V): 1,5 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	9,0	6,0	5,0	9,0	14,0	13,0	7,0	6,0	15,0	12,0
	10,0	9,0	16,0	15,0	5,0	9,0	5,0	8,0	10,0	7,0
2	12,0	11,0	15,0	7,0	10,0	12,0	11,0	12,0	8,0	6,0
	10,0	10,0	1,0	4,0	3,0	3,0	9,0	2,0	3,0	9,0

EM_{mittel} : 8,7 %

Pelletgröße: 0,16 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	7,0	15,0	9,0	7,0	8,0	5,0	18,0	10,0	13,0	10,0
	9,0	8,0	8,0	8,0						
2	12,0	9,0	11,0	8,0	11,0	9,0	14,0	19,0	10,0	11,0
	6,0	12,0	5,0	7,0						
3	14,0	7,0	10,0	7,0	8,0	10,0	9,0	16,0	9,0	7,0
	6,0	5,0								

EM_{mittel} : 9,67 %

Pelletgröße: 0,1 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	15,0	14,0	14,0	13,0	16,0	15,0	11,0	16,0	13,0	13,0
	19,0	11,0	6,0	14,0						
2	13,0	11,0	11,0	16,0	10,0	19,0	18,0	16,0	12,0	6,0
	10,0	13,0	14,0	14,0						
3	19,0	10,0	10,0	7,0	10,0	10,0	14,0	6,0	6,0	13,0
	11,0	15,0								

EM_{mittel}: 12,35 %

Pelletgröße: 0,08 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	12,0	12,0	13,0	13,0	14,0	16,0	13,0	8,0	9,0	16,0
2	12,0	11,0	8,0	13,0	7,0	11,0	17,0	15,0	7,0	13,0
3	5,0	8,0	13,0	13,0	9,0	8,0	9,0	6,0	13,0	13,0
4	11,0	12,0	10,0	13,0	9,0	15,0	8,0	6,0	13,0	16,0

EM_{mittel}: 11,3 %

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	9,0	8,0	6,0	7,0	10,0	8,0	7,0	7,0
2	9,0	13,0	11,0	16,0	15,0	17,0	15,0	15,0
3	22,0	16,0	14,0	19,0	15,0	8,0	15,0	13,0
4	11,0	13,0	10,0	17,0	17,0	9,0	7,0	11,0
5	13,0	9,0	13,0	17,0	11,0	11,0	9,0	11,0

EM_{mittel}: 12,1 %

Pelletgröße: 0,02 ml (hier wurden jeweils 2 Pellets zusammen aufgetaut)

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	15,0	11,0	7,0	3,0	5,0	14,0	14,0	10,0
2	13,0	21,0	15,0	19,0	11,0	12,0	10,0	7,0
3	15,0	15,0	13,0	11,0	6,0	7,0	6,0	3,0
4	10,0	18,0	14,0	9,0	5,0	6,0	6,0	10,0
5	8,0	9,0	9,0	15,0	12,0	3,0	9,0	3,0

EM_{mittel}: 10,5 %

Pelletgröße: 0,01 ml (hier wurden jeweils 4 Pellets zusammen aufgetaut)

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	12,0	15,0	10,0	7,0	9,0	8,0	10,0	11,0	10,0	8,0
2	10,0	11,0	9,0	11,0	12,0	10,0	10,0	3,0	14,0	9,0
3	9,0	9,0	10,0	17,0	11,0	8,0	13,0	10,0	8,0	5,0
4	10,0	12,0	9,0	12,0	10,0	9,0	11,0	13,0	12,0	7,0

EM_{mittel}: 10,35 %

Tabelle 6

Auswertung: Spender VI

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 91,6 %

Zellzahl (Z): 92,5 Mill./ml

Volumen (V): 4 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)					
1	60,0	58,0	79,0	76,0	71,0	80,0
2	69,0	68,0	59,0	58,0	68,0	64,0
3	60,0	57,0	61,0	62,0	51,0	62,0
4	71,0	62,0	57,0	62,0	49,0	55,0
5	59,0	64,0	71,0	54,0	57,0	69,0
6	64,0	56,0	56,0	64,0	59,0	58,0
7	78,0	77,0	71,0	63,0		

EM_{mittel} : 63,72 %

Pelletgröße: 0,16 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)					
1	66,0	71,0	63,0	72,0	74,0	
2	64,0	73,0	63,0	62,0	63,0	
3	60,0	69,0	55,0	67,0	68,0	
4	66,0	67,0	66,0	75,0	71,0	
5	62,0	58,0	66,0	56,0	60,0	
6	54,0	52,0	69,0	62,0	58,0	
7	61,0	67,0	66,0	66,0	71,0	
8	76,0	66,0	55,0	63,0	72,0	

EM_{mittel} : 64,9 %

Pelletgröße: 0,1 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	68,0	82,0	74,0	69,0	72,0
2	71,0	75,0	70,0	62,0	71,0
3	59,0	61,0	55,0	54,0	60,0
4	59,0	52,0	71,0	70,0	70,0
5	69,0	65,0	57,0	57,0	67,0
6	57,0	71,0	69,0	73,0	68,0
7	77,0	72,0	66,0	67,0	63,0
8	57,0	57,0	55,0	63,0	57,0

EM_{mittel}: 65,3 %

Pelletgröße: 0,03 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	52,0	55,0	57,0	61,0	63,0
2	55,0	54,0	46,0	55,0	51,0
3	72,0	67,0	66,0	66,0	64,0
4	73,0	70,0	79,0	56,0	58,0
5	63,0	79,0	69,0	62,0	69,0
6	68,0	67,0	59,0	62,0	63,0
7	57,0	50,0	57,0	50,0	62,0
8	67,0	70,0	64,0	48,0	55,0

EM_{mittel}: 61,52 %

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	61,0	65,0	59,0	62,0	6	60,0	58,0	60,0	63,0
2	55,0	76,0	62,0	67,0	7	62,0	78,0	69,0	64,0
3	64,0	69,0	72,0	78,0	8	74,0	58,0	62,0	70,0
4	54,0	71,0	62,0	71,0	9	67,0	76,0	66,0	66,0
5	61,0	62,0	73,0	79,0	10	66,0	67,0	64,0	67,0

EM_{mittel}: 66,0 %

Pelletgröße: 0,02 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	67,0	73,0	64,0	63,0	6	66,0	68,0	79,0	69,0
2	65,0	76,0	65,0	73,0	7	75,0	80,0	70,0	59,0
3	75,0	65,0	75,0	61,0	8	76,0	71,0	69,0	60,0
4	59,0	63,0	79,0	77,0	9	80,0	67,0	62,0	70,0
5	70,0	77,0	71,0	67,0	10	62,0	73,0	67,0	61,0

EM_{mittel}: 68,7 %

Pelletgröße: 0,01 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)							
1	77,0	70,0	79,0	64,0	69,0	65,0	54,0	50,0
2	62,0	70,0	64,0	70,0	59,0	71,0	56,0	64,0
3	72,0	77,0	64,0	64,0	69,0	78,0	68,0	77,0
4	80,0	70,0	70,0	72,0	71,0	64,0	62,0	68,0
5	58,0	70,0	59,0	68,0	62,0	69,0	68,0	66,0

EM_{mittel}: 67,5 %

Tabelle 7

Auswertung: Spender VII

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 75,4 %

Zellzahl (Z): 53,7 Mill./ml

Volumen (V): 3 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	27,0	31,0	28,0	34,0	31,0	36,0	21,0	38,0	29,0	44,0
2	31,0	25,0	44,0	39,0	43,0	29,0	21,0	39,0	44,0	47,0
3	22,0	37,0	29,0	30,0	35,0	37,0	26,0	32,0	32,0	31,0
4	27,0	27,0	26,0	31,0	24,0	32,0	26,0	21,0	23,0	24,0

EM_{mittel} : 31,3 %

Pelletgröße: 0,16 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	33,0	26,0	17,0	30,0	34,0	35,0	32,0	35,0	19,0	25,0
2	16,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	17,0	29,0	25,0	32,0
3	27,0	32,0	36,0	34,0	24,0	26,0	31,0	38,0	34,0	30,0
4	25,0	22,0	17,0	31,0	21,0	32,0	25,0	25,0	23,0	23,0

EM_{mittel} : 27,52 %

Pelletgröße: 0,1 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	18,0	23,0	21,0	20,0	25,0	25,0	26,0
2	37,0	42,0	33,0	39,0	39,0	39,0	43,0
3	32,0	29,0	38,0	21,0	26,0	22,0	29,0
4	21,0	27,0	23,0	28,0	28,0	37,0	33,0
5	25,0	28,0	16,0	18,0	25,0	23,0	25,0
6	40,0	31,0	32,0	35,0	43,0		

EM_{mittel} : 29,1 %

Pelletgröße: 0,08 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	33,0	27,0	34,0	28,0	39,0
2	25,0	30,0	30,0	33,0	36,0
3	36,0	26,0	36,0	28,0	24,0
4	30,0	30,0	34,0	28,0	30,0
5	19,0	27,0	22,0	23,0	25,0
6	19,0	18,0	25,0	33,0	42,0
7	38,0	32,0	22,0	34,0	32,0
8	29,0	20,0	32,0	27,0	29,0

EM_{mittel}: 29,1 %

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %) Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	25,0	27,0	37,0	40,0	6	21,0	21,0	24,0	24,0
2	23,0	20,0	28,0	21,0	7	27,0	33,0	19,0	28,0
3	29,0	23,0	32,0	33,0	8	27,0	25,0	33,0	34,0
4	23,0	26,0	22,0	18,0	9	28,0	21,0	26,0	31,0
5	26,0	23,0	23,0	31,0	10	28,0	37,0	24,0	31,0

EM_{mittel}: 26,8 %

Pelletgröße: 0,02 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	30,0	29,0	29,0	25,0	27,0	24,0
2	22,0	27,0	26,0	31,0	21,0	23,0
3	23,0	22,0	18,0	15,0	33,0	29,0
4	27,0	30,0	22,0	22,0	24,0	21,0
5	32,0	29,0	22,0	22,0	17,0	24,0
6	20,0	23,0	17,0	25,0	28,0	23,0
7	24,0	20,0	23,0	13,0		

EM_{mittel}: 24,0 %

Pelletgröße: 0,01 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	31,0	28,0	17,0	23,0	24,0	25,0	25,0	24,0
2	21,0	32,0	26,0	27,0	28,0	21,0	16,0	20,0
3	36,0	32,0	29,0	26,0	33,0	34,0	24,0	22,0
4	27,0	25,0	26,0	29,0	23,0	31,0	23,0	23,0
5	19,0	27,0	27,0	39,0	23,0	26,0	27,0	29,0

EM_{mittel}: 26,2 %

Tabelle 8

Auswertung: Spender VIII

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 85,7 %

Zellzahl (Z): 79,5 Mill./ml

Volumen (V): 3,5 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	60,0	45,0	58,0	46,0	48,0	44,0	52,0	69,0
2	59,0	59,0	47,0	32,0	44,0	47,0	34,0	50,0
3	56,0	44,0	62,0	63,0	69,0	67,0	54,0	37,0
4	75,0	69,0	60,0	64,0	48,0	52,0	51,0	58,0
5	46,0	44,0	68,0	37,0	36,0	44,0	58,0	38,0

EM_{mittel} : 52,35 %

Pelletgröße: 0,16 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	69,0	64,0	60,0	53,0	68,0	68,0	53,0	97,0
2	55,0	56,0	42,0	48,0	54,0	50,0	42,0	47,0
3	70,0	52,0	45,0	52,0	52,0	44,0	47,0	56,0
4	55,0	58,0	60,0	52,0	45,0	49,0	61,0	55,0
5	60,0	47,0	61,0	52,0	44,0	56,0	68,0	68,0

EM_{mittel} : 55,1 %

Pelletgröße: 0,1 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	53,0	59,0	51,0	53,0	60,0
2	61,0	59,0	65,0	58,0	53,0
3	41,0	48,0	59,0	45,0	40,0
4	66,0	58,0	60,0	47,0	54,0
5	60,0	50,0	49,0	58,0	52,0
6	52,0	41,0	41,0	40,0	38,0
7	56,0	56,0	57,0	48,0	54,0
8	53,0	50,0	57,0	59,0	64,0

EM_{mittel}: 53,1 %

Pelletgröße: 0,08 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	63,0	63,0	59,0	54,0	61,0
2	56,0	59,0	57,0	67,0	66,0
3	59,0	47,0	70,0	69,0	63,0
4	60,0	59,0	61,0	51,0	50,0
5	60,0	67,0	62,0	56,0	49,0
6	62,0	56,0	55,0	46,0	45,0
7	65,0	66,0	67,0	55,0	58,0
8	43,0	49,0	55,0	61,0	55,0

EM_{mittel}: 58,1 %

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	60,0	66,0	71,0	53,0	6	59,0	58,0	56,0	58,0
2	58,0	53,0	69,0	54,0	7	65,0	76,0	61,0	69,0
3	59,0	57,0	58,0	55,0	8	51,0	67,0	57,0	57,0
4	60,0	68,0	56,0	61,0	9	59,0	60,0	56,0	56,0
5	62,0	51,0	51,0	52,0	10	64,0	56,0	69,0	54,0

EM_{mittel}: 59,55 %

Pelletgröße: 0,02 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				
1	55,0	58,0	51,0	64,0	59,0
2	64,0	57,0	50,0	54,0	52,0
3	64,0	60,0	56,0	59,0	65,0
4	62,0	65,0	68,0	55,0	57,0
5	54,0	58,0	59,0	59,0	51,0
6	69,0	66,0	71,0	59,0	61,0
7	60,0	61,0	71,0	51,0	56,0
8	62,0	62,0	70,0	43,0	54,0

EM_{mittel}: 59,3 %

Pelletgröße: 0,01 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)					
1	57,0	49,0	67,0	79,0	64,0	71,0
2	50,0	61,0	55,0	67,0	57,0	64,0
3	71,0	60,0	60,0	47,0	60,0	63,0
4	68,0	66,0	59,0	71,0	65,0	60,0
5	69,0	62,0	63,0	71,0	49,0	58,0
6	56,0	61,0	63,0	63,0	60,0	49,0
7	55,0	53,0	52,0	63,0		

EM_{mittel}: 61,45 %

Tabelle 9

Auswertung: Spender IX

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 80,49 %

Zellzahl (Z): 77,3 Mill./ml

Volumen (V): 4 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	31,0	29,0	31,0	32,0	41,0	29,0
2	37,0	34,0	41,0	32,0	21,0	26,0
3	41,0	40,0	37,0	39,0	42,0	47,0
4	32,0	33,0	41,0	41,0	50,0	42,0
5	38,0	45,0	36,0	41,0	49,0	44,0
6	48,0	48,0	28,0	29,0	37,0	36,0
7	40,0	30,0	30,0	31,0		

EM_{mittel} : 37,0 %

Pelletgröße: 0,16 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	37,0	41,0	32,0	36,0	37,0
2	53,0	41,0	37,0	39,0	35,0
3	37,0	32,0	34,0	32,0	37,0
4	30,0	34,0	32,0	33,0	27,0
5	39,0	41,0	44,0	39,0	49,0
6	41,0	47,0	29,0	41,0	47,0
7	41,0	35,0	32,0	26,0	36,0
8	50,0	36,0	36,0	36,0	32,0

EM_{mittel} : 37,3 %

Pelletgröße: 0,1 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	32,0	36,0	35,0	45,0	6	35,0	38,0	41,0	31,0
2	37,0	40,0	33,0	31,0	7	45,0	43,0	36,0	37,0
3	34,0	32,0	31,0	31,0	8	32,0	34,0	39,0	40,0
4	40,0	38,0	44,0	46,0	9	31,0	30,0	34,0	40,0
5	41,0	40,0	30,0	41,0	10	41,0	37,0	35,0	38,0

EM_{mittel}: 36,85 %

Pelletgröße: 0,08 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)					
1	45,0	43,0	41,0	49,0	44,0	
2	35,0	41,0	28,0	54,0	32,0	
3	38,0	35,0	35,0	43,0	30,0	
4	50,0	49,0	35,0	30,0	40,0	
5	39,0	37,0	38,0	49,0	41,0	
6	41,0	37,0	35,0	46,0	44,0	
7	45,0	40,0	44,0	38,0	32,0	
8	43,0	44,0	41,0	38,0	30,0	

EM_{mittel}: 40,1 %

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	42,0	31,0	37,0	46,0	5	39,0	41,0	32,0	38,0
2	39,0	42,0	38,0	33,0	7	44,0	42,0	40,0	46,0
3	41,0	36,0	40,0	33,0	8	33,0	33,0	39,0	40,0
4	38,0	42,0	34,0	40,0	9	39,0	41,0	37,0	34,0
5	36,0	44,0	48,0	49,0	10	42,0	44,0	45,0	40,0

EM_{mittel}: 39,45 %

Pelletgröße: 0,02 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	47,0	54,0	51,0	44,0	48,0
2	36,0	39,0	35,0	39,0	43,0
3	35,0	38,0	35,0	45,0	41,0
4	46,0	34,0	34,0	38,0	36,0
5	39,0	48,0	44,0	40,0	39,0
6	45,0	38,0	35,0	50,0	48,0
7	41,0	40,0	34,0	51,0	46,0
8	37,0	35,0	34,0	37,0	37,0

EM_{mittel}: 40,9 %

Pelletgröße: 0,01 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	51,0	56,0	67,0	49,0	56,0	44,0	43,0
2	46,0	39,0	41,0	30,0	36,0	32,0	37,0
3	40,0	37,0	46,0	38,0	44,0	54,0	48,0
4	45,0	50,0	46,0	55,0	50,0	49,0	51,0
5	51,0	42,0	39,0	35,0	44,0	44,0	41,0
6	42,0	48,0	31,0	38,0	37,0		

EM_{mittel}: 44,3 %

Tabelle 10

Auswertung: Spender X

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 86,55 %

Zellzahl (Z): 94,8 Mill./ml

Volumen (V): 3,5 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	32,0	46,0	50,0	51,0	44,0	43,0	43,0	38,0	47,0	46,0
2	47,0	50,0	40,0	45,0	36,0	44,0	54,0	46,0	53,0	34,0
3	45,0	47,0	40,0	39,0	51,0	43,0	47,0	54,0	43,0	38,0
4	40,0	40,0	44,0	48,0	39,0	42,0	55,0	53,0	50,0	41,0

EM_{mittel} : 44,72 %

Pelletgröße: 0,16 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	40,0	50,0	43,0	60,0	57,0	47,0	49,0
2	44,0	48,0	52,0	41,0	43,0	40,0	46,0
3	55,0	55,0	57,0	51,0	46,0	51,0	49,0
4	50,0	57,0	49,0	42,0	44,0	48,0	45,0
5	52,0	46,0	49,0	51,0	55,0	51,0	45,0
6	43,0	50,0	54,0	40,0			

EM_{mittel} : 48,75 %

Pelletgröße: 0,1 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	60,0	60,0	54,0	61,0	55,0	57,0
2	63,0	56,0	52,0	59,0	56,0	60,0
3	52,0	47,0	46,0	57,0	56,0	48,0
4	56,0	59,0	61,0	62,0	50,0	59,0
5	56,0	57,0	64,0	62,0	48,0	55,0
6	54,0	57,0	51,0	49,0	59,0	54,0
7	59,0	66,0	56,0	55,0		

EM_{mittel}: 56,7 %

Pelletgröße: 0,08 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	43,0	44,0	61,0	66,0	56,0
2	57,0	48,0	44,0	44,0	50,0
3	40,0	49,0	49,0	47,0	55,0
4	50,0	59,0	58,0	59,0	48,0
5	50,0	54,0	51,0	53,0	49,0
6	48,0	53,0	59,0	60,0	52,0
7	57,0	56,0	49,0	51,0	55,0
8	47,0	45,0	43,0	50,0	45,0

EM_{mittel}: 51,35 %

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %) Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	49,0	51,0	51,0	46,0	6	44,0	49,0	49,0	47,0
2	45,0	58,0	42,0	51,0	7	52,0	49,0	45,0	51,0
3	50,0	43,0	54,0	48,0	8	45,0	45,0	45,0	44,0
4	50,0	45,0	42,0	46,0	9	48,0	46,0	49,0	51,0
5	51,0	46,0	55,0	62,0	10	46,0	50,0	50,0	48,0

EM_{mittel}: 48,45 %

Pelletgröße: 0,02 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	49,0	58,0	48,0	45,0	46,0
2	67,0	74,0	59,0	59,0	54,0
3	64,0	50,0	54,0	56,0	48,0
4	44,0	52,0	53,0	51,0	56,0
5	54,0	58,0	52,0	61,0	45,0
6	48,0	57,0	60,0	63,0	55,0
7	55,0	51,0	53,0	57,0	49,0
8	56,0	49,0	47,0	54,0	53,0

EM_{mittel}: 54,1 %

Pelletgröße: 0,01 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	53,0	46,0	51,0	64,0	45,0	53,0	55,0	52,0
2	49,0	48,0	42,0	45,0	52,0	46,0	44,0	48,0
3	61,0	59,0	49,0	55,0	48,0	50,0	54,0	50,0
4	56,0	50,0	48,0	55,0	47,0	49,0	52,0	59,0
5	45,0	50,0	50,0	52,0	55,0	51,0	50,0	46,0

EM_{mittel}: 50,85 %

Tabelle 11

Zusammenstellung der Endmotilitätsmittelwerte (EM_{mittel})
und der Recoveryraten nach Spender und Pelletgrößen geordnet

Spender Nr.	Pelletgrößen (in ml)													
	0,20		0,16		0,10		0,08		0,04		0,02		0,01	
	EM*	Rec*	EM	Rec.	EM	Rec.	EM	Rec.	EM	Rec.	EM	Rec.	EM	Rec.
I	64,5	80,0	67,8	84,5	63,8	79,6	60,8	75,8	56,4	70,3	51,8	64,7	57,0	71,1
II	58,1	66,0	61,2	70,0	58,7	67,0	58,2	66,0	60,2	69,0	59,1	68,0	51,5	58,5
III	27,7	42,0	25,6	39,0	27,7	42,0	30,0	45,0	16,2	24,4	25,6	38,6	18,8	28,5
IV	20,1	27,8	23,7	32,8	22,7	31,4	21,4	29,6	29,6	40,9	30,7	42,5	28,9	39,9
V	8,7	22,6	9,7	25,2	12,3	32,2	11,3	29,4	12,1	31,5	10,5	27,3	10,3	27,0
VI	63,7	69,6	64,9	70,8	65,3	71,3	61,5	67,1	66,0	72,1	68,7	75,0	67,5	73,6
VII	31,3	41,6	27,5	36,6	29,1	38,6	29,1	38,6	26,8	35,6	24,0	31,9	26,2	34,8
VIII	52,3	61,0	55,1	64,4	53,1	62,4	58,1	68,2	59,6	69,9	59,3	69,7	61,4	72,2
IX	37,0	46,0	37,3	46,3	36,8	45,7	40,1	49,8	39,4	49,1	40,9	50,8	44,3	55,0
X	44,7	51,7	48,7	56,4	56,7	65,5	51,3	59,3	48,4	56,0	54,1	62,5	50,8	58,7

* AM = mittlere Ausgangsmotilität

* EM = mittlere Endmotilität

* Rec. = Recoveryrate = $\frac{EM}{AM} \cdot 100 (\%)$

Tabelle 12

Rangsummenverteilung aus den Rangziffern nach dem FRIEDMAN-Test

Pelletgrößen (in ml)

Spender	0,20		0,15		0,10		0,08		0,04		0,02		0,01	
Nr.	Rec. (%)	Rang Ziff.	Rec. (%)	Rang Ziff.	Rec. (%)	Rang Ziff.	Rec. (%)	Rang Ziff.	Rec. (%)	Rang Ziff.	Rec. (%)	Rang Ziff.	Rec. (%)	Rang Ziff.
I	80,4	6	84,5	7	79,6	5	75,8	4	70,3	2	64,7	1	71,1	3
II	66,0	2,5	70,0	7	67,0	4	66,0	2,5	69,0	6	68,0	5	58,5	1
III	42,0	5,5	39,0	4	42,0	5,5	45,0	7	24,4	1	38,6	3	23,5	2
IV	27,8	1	32,8	4	31,4	3	29,6	2	40,9	6	42,5	7	39,9	5
V	22,6	1	25,2	2	32,2	7	29,4	5	31,5	6	27,3	4	27,0	3
VI	69,6	2	70,8	3	71,3	4	67,1	1	72,1	5	75,0	7	73,6	6
VII	41,6	7	36,6	4	38,6	5,5	38,6	5,5	35,6	3	31,9	1	34,8	2
VIII	61,0	1	64,4	3	62,4	2	68,2	4	69,9	6	69,7	5	72,2	7
IX	46,0	2	46,3	3	45,7	1	49,8	5	49,1	4	50,8	6	55,0	7
X	51,7	1	56,4	3	65,5	7	59,3	5	56,0	2	62,5	6	58,7	4
Rangsummen:	29		40		44		41		41		45		40	
Platzierung:	5		4		2		3		3		1		4	

Tabelle 15

Daten der Ejakulate aus den nachträglichen
Testversuchen

Auswertung: Spender XI

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 33,3 %

Zellzahl (Z): 52,7 Mill./ml

Volumen (V): 2,5 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	62,0	44,0	51,0	53,0	42,0
2	40,0	47,0	41,0	43,0	43,0
3	52,0	41,0	42,0	38,0	42,0
4	51,0	48,0	52,0	36,0	44,0
5	44,0	44,0	45,0	46,0	40,0
6	52,0	39,0	41,0	40,0	56,0
7	44,0	49,0	37,0	51,0	47,0
8	42,0	50,0	39,0	40,0	54,0

EM_{mittel} : 45,3 %

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	56,0	49,0	50,0	54,0	36,0	43,0	57,0
2	46,0	50,0	45,0	51,0	62,0	49,0	36,0
3	50,0	34,0	40,0	44,0	47,0	57,0	40,0
4	47,0	43,0	41,0	46,0	47,0	30,0	36,0
5	38,0	44,0	38,0	25,0	35,0	38,0	
6	47,0	60,0	54,0	48,0	42,0	38,0	

EM_{mittel} : 44,83 %

Pelletgröße: 1 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	46,0	46,0	53,0	41,0	34,0	30,0	35,0	24,0	31,0	30,0
	38,0	30,0	42,0	23,0	28,0	37,0	35,0	33,0	25,0	42,0
2	23,0	41,0	35,0	30,0	26,0	36,0	41,0	34,0	35,0	47,0
	47,0	33,0	31,0	42,0	41,0	42,0	38,0	32,0	40,0	26,0

EM_{mittel}: 35,58 %

Pelletgrößen	Recoveryraten
0,04 ml	54,38 %
0,2 ml	53,82 %
1 ml	42,71 %

Tabelle 16

Auswertung: Spender XII

Ausgangsmotilität (AM_{mittel}): 74,7 %

Zellzahl (Z): 62,7 Mill./ml

Volumen (V): 2,8 ml

Endmotilität (EM) Einzelwerte:

Pelletgröße: 0,04 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)			
1	39,0	33,0	60,0	57,0
2	53,0	55,0	32,0	32,0
3	52,0	53,0	49,0	48,0
4	58,0	40,0	41,0	44,0
5	45,0	42,0	46,0	40,0
6	46,0	48,0	36,0	40,0
7	49,0	44,0	41,0	36,0
8	37,0	46,0	42,0	43,0
9	40,0	45,0	47,0	36,0
10	40,0	55,0	40,0	49,0

EM_{mittel}: 44,5 %

Pelletgröße: 0,2 ml

Pellet Nr.	ermittelte Werte (in %)				
1	46,0	45,0	50,0	36,0	30,0
2	54,0	50,0	36,0	47,0	40,0
3	48,0	49,0	40,0	45,0	37,0
4	37,0	53,0	42,0	36,0	39,0
5	34,0	40,0	54,0	49,0	29,0
6	54,0	39,0	36,0	42,0	33,0
7	49,0	31,0	40,0	41,0	36,0
8	51,0	35,0	51,0	46,0	43,0

EM_{mittel}: 42,33 %

Pelletgröße: 1 ml

Pellet Nr. ermittelte Werte (in %)

1	37,0	44,0	58,0	47,0	29,0	38,0	40,0	47,0	37,0	41,0
	39,0	45,0	40,0	57,0	52,0	34,0	33,0	43,0	36,0	34,0
2	47,0	28,0	44,0	39,0	41,0	29,0	33,0	35,0	36,0	37,0
	35,0	27,0	30,0	33,0	34,0	35,0	31,0	35,0	26,0	27,0

EM_{mittel}: 37,83 %

Pelletgrößen Recoveryraten

0,04 ml	59,57 %
0,2 ml	56,67 %
1 ml	50,64 %

Herrn Professor Dr. K.-G. Ober, Direktor der Universitätsfrauenklinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg, danke ich für die freundliche Übernahme des Korreferates und für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes.

Ein herzliches Dankeschön möchte ich Herrn Priv.Do. Dr. K. Bregulla aussprechen für die Überlassung des Themas und seinen großen persönlichen Einsatz. Vor allem sein großes Verständnis, seine stetige und freundliche Hilfsbereitschaft, seine zahlreichen Anleitungen zur Arbeit haben mir deren Fertigstellung sehr erleichtert.

Schließlich möchte ich auch Herrn Nowecki herzlich dafür danken, daß er immer hilfreich war und die technischen und organisatorischen Schwierigkeiten im Labor meistern half.

Lebenslauf

Als erstes Kind des Facharztes für Chirurgie Medizinaldirektor Dr. med. Josef Dix und seiner Ehefrau Margareta Dix, geb. Huder, wurde ich am 10. November 1950 in Erlangen geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Erlangen von 1957 bis 1961 trat ich zum mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweig des Ohm-Gymnasiums Erlangen über. Von 1965 bis zum Abitur, das ich im Juni 1970 am Ohm-Gymnasium ablegte, besuchte ich den neusprachlichen Zweig desselben Gymnasiums.

Mein Studium der Medizin nahm ich zu Beginn des Wintersemesters 1970/71 an der Universität Erlangen-Nürnberg auf, an der ich im Juli 1971 das Vorphysikum und im Mai 1973 das Physikum absolvierte.

Am 5. Dezember 1975 heiratete ich in Erlangen den Arzt Dr. med. Gotthold Aplas. Das medizinische Staatsexamen legte ich am 19. Juli 1976 an der Universität Erlangen-Nürnberg ab.

Erlangen im Juli 1976

Monika Maria Renate Aplas, geb. Dix

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
